

## Test-Bolus 改良法在头颈部 CTA 检查中的应用价值

杨正彬, 谢惠, 吴绍全, 邓小林, 吴红敏

**【摘要】 目的:**对比 Test-Bolus 改良法与经验值法在头颈部 CTA 检查中的应用效果,探讨 Test-Bolus 改良法的应用价值。**方法:**将 140 例行头颈部 CTA 检查的患者按随机数字表法分为 Test-Bolus 经验值法组(A 组)和 Test-Bolus 改良法组(B 组),每组 70 例,分别运用常规经验值法和改良法进行头颈部 CTA 扫描,测量两组带骨薄层增强图像不同层面(主动脉弓层面、双侧颈动脉窦层面、双侧大脑中动脉 M1 段层面)动脉血管内的 CT 值,并对两组减影 VR 图像进行主观质量评分。**结果:**A、B 两组不同层面动脉血管内 CT 值差异均无统计学意义( $P$  值均  $>0.05$ )。VR 图像评分为优、良的例数总和所占百分比分别为:A 组 77.1%(54/70),B 组 95.7%(67/70),B 组明显高于 A 组,差异有统计学意义( $Z=-9.567, P=0.000$ )。A 组减影 VR 图像质量主观评分为(3.11±0.28)分,B 组为(3.44±0.32)分,B 组评分明显高于 A 组,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。**结论:**头颈部 CTA 检查中采用 Test-Bolus 改良法计算增强延迟时间更合理,图像质量更好。

**【关键词】** 头颈部;CT 血管成像;Test-Bolus 经验值法;Test-Bolus 改良法;体层摄影术,X 线计算机;延迟时间

**【中图分类号】** R814.42;R543.4 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2019)05-0486-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2019.05.002

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



**Application value of modified Test-Bolus method in head and neck CT angiography** YANG Zheng-bin, XIE Hui, WU Shao-quan, et al. Department of Radiology, The People Hospital of Chongqing Dazu District, Chongqing 402360, China

**【Abstract】 Objective:** To compare the effect of the modified Test-Bolus method and the empirical Test-Bolus method in head and neck CT angiography examination. To explore the application value of modified Test-Bolus method. **Methods:** One hundred and forty patients requiring head and neck CT angiography scanning were divide into empirical Test-Bolus method group (group A) and modified Test-Bolus group (group B) using random number table. Each group has 70 cases. One group was scanned using empirical Test-Bolus method. The other group was scanned using modified Test-Bolus method. Thin-slice CT images including bone were obtained of both groups. The hounsfield unit (HU) of arteries was objectively measured at different levels (level of the aortic arch, bilateral carotid sinus, and bilateral middle cerebral artery M1 segment). Additionally, the subjective quality score of subtracted VR images of the two groups was assessed. **Results:** There was no significant difference in HUs of the two groups at all of the measured levels ( $P>0.05$ ). The percentage of cases with excellent and good VR image quality was 77.1%(54/70) in group A and 95.7%(67/70) in group B. Group B was significantly higher than group A ( $Z=-9.567, P<0.001$ ). The subjective quality score of subtraction VR images was 3.11±0.09 in group A and 3.44±0.32 in group B. Group B was significantly higher than group A ( $P<0.05$ ). **Conclusion:** Comparing with empirical Test-Bolus method, it is more reasonable to use modified Test-Bolus method to calculate enhancement delay time in head and neck CTA examination. The quality of images obtained using modified Test-Bolus method was also better in compare with empirical Test-Bolus method.

**【Key words】** Head and neck; Computed tomography angiography; Test-Bolus experience value

作者单位:402360 重庆,重庆市大足区人民医院放射科(杨正彬、谢惠、吴绍全、邓小林),医务科(吴红敏)

作者简介:杨正彬(1985-),男,重庆人,主治医师,主要从事 CT 血管成像技术及诊断工作。

通讯作者:吴红敏, E-mail:289323115@qq.com

基金项目:重庆市大足区 2018 年度科技发展项目(DZKJ2018ACC1012)

method; Test-Bolus improved method; Tomography, X-Ray Computed; delay time

随着CT扫描技术的不断发展,头颈部CTA得到广泛运用,目前已成为头颈部血管病变筛选的重要手段之一<sup>[1-4]</sup>;Test-Bolus经验值法(简称经验值法)是头颈部CTA检查中的常用方法<sup>[5]</sup>。有研究报道由于经验值法通常采取监测C4水平颈总动脉达峰时间、血流的脑循环时间为固定时间的方法计算增强扫描延迟时间,却未考虑脑循环时间因人而异和血流/扫描同向运动规律,导致部分扫描延迟较多或提前,颅内动脉显示不佳或静脉窦过度显示,严重影响临床的正确诊断,增加了重建处理的时间。本研究对140例行头颈部CTA检查的患者分别运用Test-Bolus改良法与经验值法,对比两种方法的主观、客观图像质量,探讨Test-Bolus改良法在头颈部CTA检查中的应用效果。

## 材料与方法

### 1. 研究对象

将2018年1月—2018年9月于我院行头颈部CTA检查的140例患者作为研究对象,伴有严重精神障碍、无法配合检查的患者不纳入本研究。按随机数字表法将140例患者分为Test-Bolus经验值法组(A组,70例)和Test-Bolus改良法组(B组,70例)。A组患者采用常规经验值法进行扫描,70例患者中男37例,女23例,平均年龄(56.42±9.29)岁,平均体重(65.42±6.12)kg;B组患者采用改良法进行扫描,70例患者中男41例,女29例,平均年龄(54.58±10.15)岁,平均体重(63.97±7.56)kg。两组患者的性别、年龄、体重差异均无统计学意义( $P$ 值均 $>0.05$ ),具有较好的可比性。本研究经医院伦理委员会批准,检查前患者均签订知情同意书。

### 2. 检查方法

CTA检查采用GE Discovery CT扫描仪,患者取仰卧位,去除扫描区金属异物及义齿,将头固定于头托内,嘱患者平静呼吸、双手平放,一侧肩部抬高。扫描参数:管电压100 kV,管电流固定400 mA,层厚5 mm,层间隔5 mm,球管旋转时间0.5 s/r,螺距0.984,探测器开放宽度40.0 mm,视野25 cm×25 cm,采用标准算法,扫描范围为主动脉弓至颅顶部;注射对比剂的同时开始CT平扫,延迟一段时间后行增强扫描。扫描完成后将所有图像传至GE AW4.6工作站进行后处理,对图像进行层厚为0.625 mm的薄层重建并减影。

A、B两组采用相同的对比剂注射方案。增强扫描对比剂采用碘海醇(350 mg I/mL),经双管高压注射器注入患者体内。采用流率4.5 mL/s、10 mL剂量进行监测,20 mL生理盐水推管;正式增强扫描时流率

为4.5 mL/s,对比剂总量固定为45 mL,45 mL生理盐水推管。

### 3. Test-Bolus监测方法及增强扫描延迟时间的计算

A、B两组均监测C4水平颈动脉,注入对比剂后8 s开始监测扫描,监测扫描时间0.5 s/层,间隔时间1.5 s。A组,监测1~15层(监测层面动脉CT值开始升高后到降低为止,即对比剂经肘静脉开始注入到颈部动脉监测层面为止,所测时间不包含脑循环时间),选择CT值最大层面层数(记为 $n_1$ ),然后技术员根据经验确定经验值(一般为2~6 s),增强扫描延迟时间计算公式:延迟时间(s)=8+2× $n_1$ +经验值。B组,监测1~15层(直到至少一侧颈内静脉肉眼显示为止,即对比剂经肘静脉开始注入-主动脉弓-颈部动脉-颅内动脉-颅内静脉-颅内静脉窦到颈内静脉监测层面为止,所测时间包含脑循环时间),选择颈内静脉肉眼显示前一层序数(记为 $n_2$ ,即不需要过多显示颈内静脉,又保证了颅内静脉窦浅淡充盈),以上为头颈部动脉血管充盈最佳时机,在此时间节点上提前扫描,又要保证扫描层面对比剂充盈良好,本研究选择提前增强扫描总时间的1/2进行扫描,扫描进行到扫描范围一半时达到头颈部动脉充盈最佳时机,增强扫描延迟时间计算公式:延迟时间(s)=8+2× $n_2$ -(增强扫描总时间/2)(图1)。

### 4. 图像质量评价

图像质量客观评价:由两位主治医师分别对同一患者检查图像的3个不同层面(主动脉弓层面、双侧颈动脉窦层面、双侧大脑中动脉M1段层面)动脉中心位置的CT值进行3次测量,取平均值,双侧测量再取平均值,ROI直径略超过血管直径的1/2。

图像质量主观评价:由两位副高以上职称的放射科诊断医师对减影图像进行容积再现(volume rendering, VR)及带骨增强薄层图像曲面重建(curved planar reformation, CPR)等后处理,并对VR图像采用盲法进行评分,当两位医师的评分意见有分歧时,通过协商取得一致意见。图像质量主观评价评分标准:4分(扫描时间合适),静脉窦显示,颅内干扰静脉或海绵窦无确切显示;3分(扫描时间欠合适),静脉窦显示,颅内干扰静脉或海绵窦显示,但不影响诊断,或静脉窦未显示,颅内动脉主干及远端分支显示尚可;2分(扫描时间不合适),静脉窦显示,颅内干扰静脉或海绵窦显示,影响诊断,或静脉窦未显示,动脉分支远端显示不佳,影响诊断;1分(扫描时间很不合适,需再次扫描),颅内静脉或静脉窦严重过度显示,无法诊断,或静

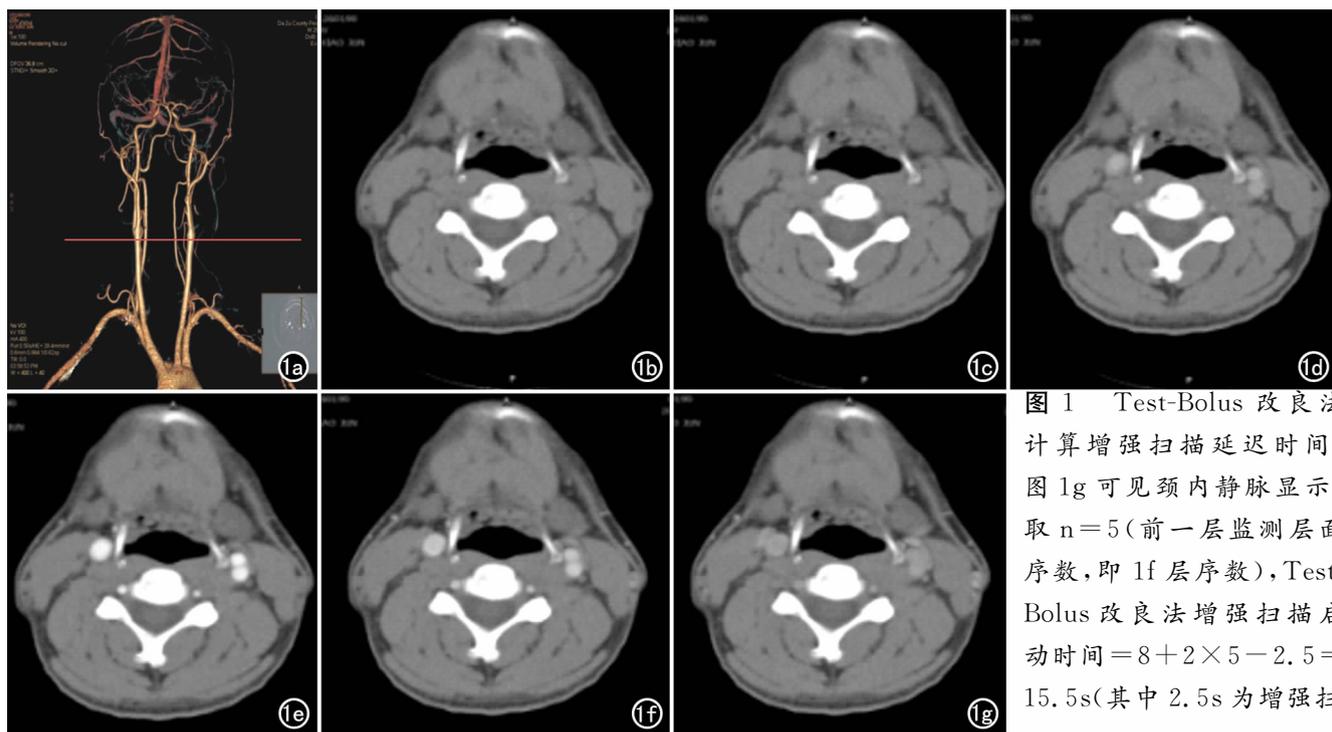


图1 Test-Bolus改良法计算增强扫描延迟时间。图1g可见颈内静脉显示,取 $n=5$ (前一层监测层面序数,即1f层序数),Test-Bolus改良法增强扫描启动时间 $=8+2\times 5-2.5=15.5\text{s}$ (其中 $2.5\text{s}$ 为增强扫

描时间的 $1/2$ ),增强期延迟时间 $=15.5-5.0=10.5\text{s}$ ( $5\text{s}$ 为平扫时间)。a)监测层面示意图;b)第1监测层面;c)第2监测层面;d)第3监测层面;e)第4监测层面;f)第5监测层面;g)第6监测层面。

脉窦无显示,颅内动脉主干及远端分支无显示,无法诊断。对主动脉弓、颈部动脉VR图像不做主观评价,只做主动脉弓层面、双侧颈动脉窦部CT值的客观评价(图2,3)。

### 5. 统计学分析

采用SPSS 24.0软件进行统计学分析。计量资料先进行正态分布性检验,数据符合正态分布且方差齐则以均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x}\pm s$ )表示,组间比较采用两个独立样本的 $t$ 检验,不符合正态分布或方差不齐则采用两个独立样本的非参数检验(Mann-Whitney检验)。计数资料以频数表示,组间比较采用两个独立样本的非参数检验(Mann-Whitney检验)。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 结果

1. 两组患者不同层面的动脉中心层面CT值比较在主动脉弓、双侧颈动脉窦、双侧大脑中动脉M1段3个层面中,两组患者测得的动脉中心层面CT值差异均无统计学意义( $P$ 值均 $>0.05$ ,表1)。

表1 两组患者不同层面的动脉中心层面CT值比较 (HU)

层面	A组	B组	$t$ 值	$P$ 值
主动脉弓层面	$382.61\pm 12.22$	$382.65\pm 9.87$	$-0.024$	$0.981$
双侧颈动脉窦层面	$475.62\pm 13.38$	$476.24\pm 11.23$	$-0.299$	$0.765$
双侧大脑中动脉M1段层面	$372.40\pm 14.78$	$373.34\pm 12.07$	$-0.413$	$0.133$

### 2. 两组减影VR图像的主观评分

VR图像评分为优、良(评分为4分和3分)例数的总和所占百分比,A组为 $77.1\%$ ( $54/70$ ),B组为 $95.7\%$ ( $67/70$ ),B组明显高于A组,差异有统计学意义( $Z=-9.567, P=0.000$ );A组平均评分为( $3.11\pm 0.28$ )分,B组平均评分为( $3.44\pm 0.32$ )分,B组高于A组,差异有统计学意义( $t=2.722, P=0.007$ ,表2)。

表2 两组减影VR图像的主观评分

组别	评分(例)			
	1分	2分	3分	4分
A组	2	14	28	26
B组	0	3	33	34

## 讨论

Test-Bolus经验值法广泛运用于头颈部CTA扫描,是一种筛查头颈部血管疾病的可靠手段,但在实际运用中受到监测方法的限制,无法个性化计算增强延迟时间,导致扫描提前或延迟,从而影响图像质量,使得部分病例后重建费时、费力,甚至干扰正确诊断而需要重新扫描。Test-Bolus改良法(小剂量团注监测法)正式扫描前注入小剂量对比剂对某一特定位置血管进行监测,获得从对比剂静脉注入开始到监测位置所需时间,不同患者所需时间不同,具有个性化。Test-Bolus经验值法或团注跟踪技术等受监测层面位置限制,无法获得监测层面远端(顺血流方向)的血流

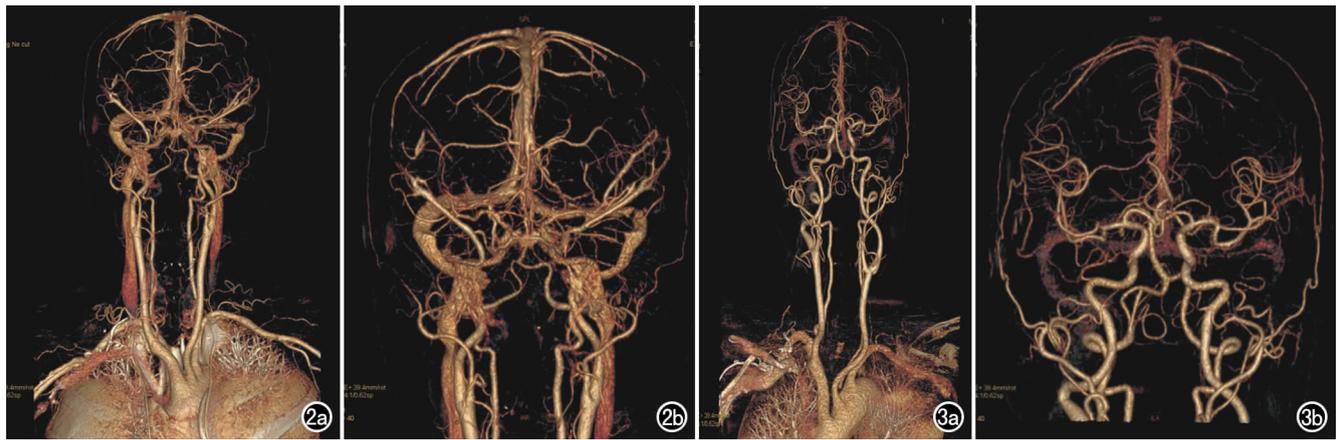


图2 同一检查者处理后的VR图像,增强延迟过度,颅内静脉(窦)严重干扰颅底动脉病变的诊断,图像质量评分为1分。a)扫描延迟时间不合适的头颈部动脉VR图像;b)扫描延迟时间不合适的颅内动脉VR图像。图3 另一检查者未经处理的VR图像,增强延迟时间合适,无颅内静脉(窦)干扰,颅底动脉清晰可见,重建处理简单、快捷,图像质量评分为4分。a)扫描延迟时间合适的头颈部动脉VR图像;b)扫描延迟时间不合适的颅内动脉VR图像。

时间信息。Test-Bolus改良法针对经验值法的不足,进行了针对性改良:监测C4水平颈内静脉(对比剂经过颈动脉-脑循环到达监测层面颈内静脉),将脑循环时间包含到监测时间中,所得时间为头颈部动脉血管充盈最佳时间,然而CT完成扫描需要时间(本研究CT机型为4~5s),血流也处于运动状态,CT扫描方向(自主动脉弓向头顶部扫描)与血流方向一致,所以需要提前扫描(本研究选择提前增强扫描时间的1/2),即扫描进行到中心层面位置时颅内血管充盈刚好完成,保证了扫描层面血管充盈良好。

本研究中A、B两组3个层面(主动脉弓层面、双侧颈动脉窦层面和双侧大脑中动脉M1段层面)测得的动脉中心CT值比较,两组同层面的CT值差异均无统计学意义( $P$ 值均 $>0.05$ ),Test-Bolus改良法在双侧颈动脉窦层面、双侧大脑中动脉M1段层面所测CT值稍高于Test-Bolus经验值法。两组VR图像主观评分比较中,B组(Test-Bolus改良法组)优、良(评分为4分和3分)例数总和(所占百分比)及评分均值均较A组(Test-Bolus经验值法组)高,可见Test-Bolus改良法在显示头颈部较大动脉上的效果与Test-Bolus经验值法无明显差异,对改善颅内动脉远端显示、减少颅内静脉或静脉窦干扰具有显著效果。

笔者查阅文献,尚未发现有文献报道Test-Bolus改良法的运用。Hollingworth等<sup>[6]</sup>通过监测C4段颈总动脉处达到的峰值浓度时间,运用常规Test-Bolus经验值法计算增强扫描延迟时间,经验值时间固定为2s。另外,有研究报道了监测C4水平颈动脉,扫描延迟时间为峰值时间+6s或峰值时间+3s<sup>[7-8]</sup>。杨爱春等<sup>[9]</sup>报道了小剂量团注监测法监测主动脉弓升部,运

用公式:延迟扫描时间(增强扫描启动时间)=峰值时间+10s(颈动脉、脑循环时间固定为10s)。有研究运用团注跟踪技术,分别监测主动脉弓、颈动脉分叉层面,监测层面达到阈值后,分别延迟10s、4s开始增强期扫描,经验值为固定时间<sup>[10-13]</sup>。以上方法均未考虑不同检查者颈动脉、脑循环时间的差异及扫描/血流同向运动规律,未体现个性化。

近年来有临床研究显示,监测C4/5水平颈动脉时运用公式:增强扫描延迟(启动)时间=对比剂到达靶血管时间+注射对比剂时间-扫描时间,注射对比剂时间的计算比较复杂,最大CT值增加速度 $r \geq 55$ 时,采用最大目标CT值500HU除以最大CT值增加速度得出CT值持续增加时间;当 $r < 55$ 时,注射对比剂时间在上述基础上降低25%<sup>[14]</sup>,此研究的不足也在于未考虑检查者本身的脑循环时间。

陶黎等<sup>[5]</sup>运用4mL/s流率和4mL剂量对C4水平颈动脉进行监测,剂量设置不用考虑脑循环对对比剂的稀释和滞留,以及颈外动脉对对比剂的分流,所用监测剂量较小,本研究中加大了监测剂量(10mL),以达到明显显示颈内静脉的效果,因此监测剂量偏大,此为Test-Bolus改良法的缺陷。本研究中Test-Bolus改良法对提前扫描时间的设置与CT机型扫描速度和扫描范围有关,未进行其它不同提前扫描时间设置方案的研究,有待进一步深入研究。

综上所述,Test-Bolus改良法的运用为头颈部CTA/CTV检查提供了一种新方法<sup>[15]</sup>,可获得更高质量的图像,一定程度上提高了检查成功率,操作简便,易于掌握,可有效避免经验性错误,使增强扫描延迟时间的设置更加个性化和合理。

## 参考文献:

- [1] 索洪祥. 低剂量 CT 扫描技术在头颈部 CTA 中的应用价值[J]. 中国实用医药, 2017, 12(8): 70-71.
- [2] 曹勇, 马镭俊琪. 头颈部 CTA 诊断脑血管性病变的临床应用价值探究[J]. 影像研究与医学应用, 2017, 1(2): 118-119.
- [3] Diouf A, Fahed R, Gaha M, et al. Cervical internal carotid occlusion versus pseudo-occlusion at CT angiography in the context of acute stroke: an accuracy, interobserver, and intraobserver agreement study[J]. Radiology, 2018, 286(3): 1008-1015.
- [4] Lev MH. Cervical internal carotid artery occlusion versus pseudo-occlusion: can CT angiography help distinguish these in the acute stroke setting[J]. Radiology, 2018, 286(3): 1095-1096.
- [5] 陶黎, 刘传, 黄扬, 等. 小剂量团注测试技术在头颈部宝石 CTA 中的应用[J]. 重庆医学, 2017, 46(3): 347-352.
- [6] Hollingworth W, Nathens AB, Kanne JP, et al. The diagnostic accuracy of computed tomography angiography for traumatic or atherosclerotic lesions of the carotid and vertebral arteries: a systematic review[J]. Eur J Radiol, 2003, 48(1): 88-102.
- [7] 胡华志, 周旸, 彭刚, 等. 超小剂量 Test-Bolus 技术在头颈部 VCTDSA 的应用[J]. 重庆医学, 2014, 43(10): 1257-1258.
- [8] 李晓飞, 陈海松, 郝大鹏, 等. 低剂量与常规剂量对比剂在头颈部血管造影中的对比[J]. 齐鲁医学杂志, 2012, 27(4): 338-340.
- [9] 杨爱春, 陈邦文, 樊树峰. 64 层螺旋 CT 头颈部动脉成像两种预测增强延迟时间技术的比较研究[J]. 中国现代医生, 2014, 52(2): 65-67.
- [10] 杨元山, 黄劲柏, 王玉娇, 等. Test-Bolus 技术在测算头颈部 CTA 检查中对比剂用量的价值[J]. 医学影像学杂志, 2017, 27(3): 412-415.
- [11] Chen Y, Xue HD, Jin ZY, et al. 128-slice accelerated-pitch dual energy CT angiography of the head and neck: comparison of different low contrast medium volumes[J]. PLoS One, 2013, 8(11): e80939.
- [12] 张丽萍, 唐秉航, 李良才, 等. 自发性脑出血的头颈部 CTA 研究[J]. 放射学实践, 2014, 29(11): 1278-1281.
- [13] 黄爱娜, 陆健, 张涛, 等. 256 层 iCT 低剂量扫描联合迭代重建技术在头颈部 CTA 的应用[J]. 放射学实践, 2018, 33(8): 842-846.
- [14] 刘洋, 桂振朝, 王锡明, 等. 光子探测器双源 CT 个性化对比剂注射方案在头颈部 CTA 中的应用[J]. 医学影像学杂志, 2017, 27(6): 997-1000.
- [15] 江亚宾, 薛京宜, 宫凤玲. MSCT 脑静脉成像不同延迟时间对对比剂剂量的影响[J]. 世界最新医学信息文摘, 2018, 18(98): 234-235.

(收稿日期: 2018-11-20 修回日期: 2019-01-30)

## 《请您诊断》栏目征文启事

《请您诊断》是本刊 2007 年新开辟的栏目, 该栏目以临床上少见或容易误诊的病列为素材, 杂志在刊载答案的同时配发专家点评, 以帮助影像医生更好地理解相关影像知识, 提高诊断水平。栏目开办 8 年来受到广大读者欢迎。《请您诊断》栏目荣获第八届湖北精品医学期刊“特色栏目奖”。

本栏目欢迎广大读者踊跃投稿, 并积极参与《请您诊断》有奖活动, 稿件一经采用稿酬从优。

《请您诊断》来稿格式要求: ①来稿分两部分刊出, 第一部分为病例资料和图片; 第二部分为全文, 即病例完整资料(包括病例资料、影像学表现、图片及详细图片说明、讨论等); ②来稿应提供详细的病例资料, 包括病史、体检资料、影像学检查及实验室检查资料; ③来稿应提供具有典型性、代表性的图片, 包括横向图片(X 线、CT 或 MRI 等不同检查方法得到的影像资料, 或某一检查方法的详细图片, 如 CT 平扫和增强扫描图片)和纵向图片(同一患者在治疗前后的动态影像资料, 最好附上病理图片), 每帧图片均需详细的图片说明, 包括扫描参数、序列、征象等, 病变部位请用箭头标明。

具体格式要求请参见本刊(一个完整病例的第一部分请参见本刊正文首页, 第二部分请参见 2 个月后的杂志最后一页, 如第一部分问题在 1 期杂志正文首页, 第二部分答案则在 3 期杂志正文末页)

栏目主持: 石鹤 联系电话: 027-69378385 15926283035